

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Онищук Володимир Андрійович

УДК 612.743+519.688

**МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯЗІВ**

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук,
професор кафедри біотехнічних систем
Яворський Богдан Іванович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент:

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Незважаючи на всі успіхи в області створення технічних засобів, призначених для проведення медичних досліджень, що дають інформацію про стан організму, процес створення методів і технічних засобів отримання інформації не можна вважати закінченим. Актуальним для медицини є проведення діагностики за станом локальних зон шкірного покриву (точок акупунктури) і дії на них з метою терапії (рефлексотерапія).

Інтенсивно вивчався і осмислювався досвід акупунктурної терапії, накопичений народною медициною Тибету і в південно-східній Азії. Розроблялися і використовувалися технічні засоби для оцінки стану зон на живій матерії, засновані на самих різних принципах, аж до використання теплобачення, ефекту Кирліан, поглинання і віддзеркалення надвисокочастотного випромінювання. Набули значного поширення методи діагностики, розроблені в Японії (Накатані), у Франції (Niboe), в Німеччині (Voll), в СРСР (Нечушкин) і ін. Так, наприклад, це було з методикою Сарчука (Сімферополь). У інші періоди інтерес різко падав, як це характерно для теперішнього часу. Знизився навіть інтерес до методики Фолля (Voll), яка, на думку автора і його послідовників, дозволяє судити про стан органів і функціональних систем, пов'язаних з цими зонами, за електричними параметрами певних зон шкірного покриву і по їх змінах з часом.

Діагностика стану організму за його електричними параметрами є перспективною внаслідок неінвазивності операцій отримання інформації, простоти і доступності технічних засобів, невеликої їх вартості, можливості отримання ранньої інформації про зміни в гомеостазі організму. Величезний об'єм інформації, що отримується при вимірюванні електричних параметрів, може бути використаний для точнішої діагностики змін, що виникають в організмі.

Однак, проведення такої діагностики визначає необхідність розроблення методів відбору та опрацювання відповідних сигналів, що характеризують зміни електричної активності біоб'єктів, зокрема м'язів.

Об'єктом дослідження є процес оцінки електричних властивостей м'язів.

Предметом дослідження є методи оцінки електричних властивостей м'язів.

Методи дослідження: Оцінка електричних властивостей БТ проведена з використанням знань, отриманих в біології, нейробіології, медицині. Основні результати отримані за допомогою положень електротехніки, теорії електричних кіл і електроніки.

Мета та задачі дослідження. Дослідження методів отримання інформації про електричні властивості локальних зон біологічної тканини, які відрізнятимуться кращою відтворюваністю результатів вимірювань і розширеним об'ємом отримуваної інформації, що характеризує стан організму в моменти виконання вимірювальних операцій.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести систематизацію відомостей про електричні властивості біологічних об'єктів і способи їх оцінки;

2. Обґрунтувати методи оцінки електричних властивостей біологічної тканини, що дозволяють отримати додаткову інформацію про її електричні властивості і характеристики.

3. Дослідити особливості і технічні можливості функціональних вузлів електроніки, за допомогою яких можна реалізувати запропоновані методи отримання інформації про електричні властивості локальних зон біологічної тканини.

4. Експериментально перевірити справедливність пропозицій по методах отримання додаткового об'єму інформації про електричні властивості локальних зон біологічної тканини і виконати якісну оцінку параметрів і характеристик, що отримуються при використанні розроблених функціональних вузлів.

Наукова новизна отриманих результатів. Запропоновано режим для оцінки електричних властивостей біологічної тканини використовуючи короткочасно замикання на малий електричний опір з оцінкою спектру струму, що протікає в колі, а також режим вимірювання електричного опору біологічної тканини при короткочасній дії постійною електричною потужністю.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть бути використані при розробці пристроїв оцінювання електричних властивостей м'язів.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018 рік.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 139 сторінках, списку використаних джерел з 37 назв на 3 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 145 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Енергетичні властивості біологічних тканин» Різниця потенціалів, що реєструється в локальних зонах на біологічній тканині, несе великий об'єм інформації про стан біологічного організму, але вона недостатньо досліджена і пояснена через велику кількість зовнішніх факторів, що впливають на її значення.

Однозначної і визначеної оцінки причин виникнення різниці потенціалів і кількісної оцінки впливів на її появу окремих факторів поки немає. Є тільки гіпотетичні припущення, на основі яких намагаються пояснити причини появ і характер змін потенціалів на різних локальних зонах біологічної тканини.

Систематизовані відомості дозволяють розширити і конкретизувати знання про причини появи різниці потенціалів на біологічній тканині і розширити уявлення про їх інформативність і вплив зовнішніх фізичних факторів.

Електричні властивості біологічних тканин, відомі як закон полярного збудження (роздратування), дають можливість побудувати новий клас вимірювальних приладів, що оцінюють електричні властивості біологічних тканин

У існуючих пристроях при оцінці властивостей енергозалежних об'єктів не нормується потужність і енергія, при яких отримана інформація. Тим самим апріорі створені передумови для її малої надійності, поганої повторюваності і труднощів з поясненням явищ, які спостерігаються в енергозалежному об'єкті.

Запропоновано проводити оцінку збудливості біологічної тканини і хронаксії за значенням електричної енергії дії представляється більш інформативною, ніж та, яка використовується зараз.

При побудові пристроїв, для оцінки електричних властивостей біологічної тканини тільки використання енергетичного підходу гарантує однозначність отримання вимірювальної інформації, а так само її об'єктивність і відтворюваність.

Попередні дані про параметри і характеристики існуючих електронних функціональних вузлів дозволяють оцінити можливості запропонованих методів отримання вимірювальної інформації.

У другому розділі «Параметри потужності біологічних тканин як джерело інформації про її стан» показано, що потужнісні параметри біологічної тканини можуть бути оцінені за допомогою модифікованих варіантів відомих методів вимірювань, які мають назви: метод безпосередньої оцінки, метод непрямой оцінки і його різновид з різночасним врівноваженням.

Розроблені структурні схеми, які теоретично дозволяють реалізувати розглянуті методи. Засоби сучасної електроніки дозволяють створити всі необхідні функціональні вузли для запропонованих схем.

Доцільно інформацію про потужнісні параметри біологічної тканини отримувати за допомогою непрямого методу, в якому використовуються вимірювальні операції: визначення різниці потенціалів на біологічній тканині, і струму короткого замикання електродів.

Параметри потужності біологічної тканини як джерела електричної енергії поки в медицині не вивчені, і інформаційна значущість їх підлягає ретельному дослідженню. Але це стане можливим тільки після того, як будуть створені технічні засоби, що дозволяють вимірювати ці параметри. Справжні дослідження є постановочними і є спробою сформулювати завдання і намітити шляхи її рішення.

Розроблені структурні схеми є спрощеними. Вони характеризують тільки підходи до створення пристроїв, що мають практичне значення.

У третьому розділі «Інформаційні електричні сигнали, отримані в різних режимах» показано, що проведені оцінні дослідження електричних властивостей біологічної тканини, що виявляються протягом малих проміжків часу, дозволяють визначити вимоги до проектування апаратури, призначеної для отримання інформації.

На шкірному покриві окрім коливань постійної складової є змінні коливання, згруповані в дві групи пачок. У одній групі амплітуда коливань істотно більше (у 6 або більше разів) за відсутності механічної дії і у ряді випадків коливання формою близькі до синусоїдальних. У іншій групі амплітуда коливань мала і на них накладаються низькочастотні коливання. Їх амплітуда істотно збільшується при

зовнішній механічній дії. При цьому амплітуда першої групи пачок також збільшується і міняється форма коливань і співвідношення між їх амплітудами (до 2-3 разів).

Частоти коливань в пачках 44-48 Гц, 79 Гц, 1,2-2,5 кГц, 2,5-3 кГц. Розмах коливань в діапазоні від сотих доль вольт до десятих доль і більш. Значення постійної складової коливається від дуже малих значень до доль вольт і більш.

Електричний струм короткого замикання при малій тривалості цієї операції містить постійну і змінну складові. Форма струму змінної складової відмінна від різниці потенціалів, що генерується. Значення струму оцінюється сотими-десятьми долями мікроампер і збільшується після дії на біологічну тканину електричною енергією до мікроампер - десятків мікроампер. Процес встановлення струму після зовнішньої дії має вид імпульсу, початкова частина якого має експоненціальний характер, а подальша частина, в основному, має складний характер, на який накладені високочастотні коливання.

Використовуючи результати операцій вимірювань струму короткого замикання і різниці потенціалів, можна без внесення до біологічного об'єкту який або зовнішній електричній енергії оцінити його внутрішній опір електричному струму і максимальну потужність, яку він, хоч би короткочасно, в змозі віддати в зовнішнє навантаження.

При дії на біологічний об'єкт заданою електричною потужністю падіння напруги на нім і тимчасова стабільність його значення залежать від полярності напруги на вимірювальному електроді. Як правило, падіння напруги і стабільність краще при позитивній полярності напруги.

При дії на біологічний об'єкт електричною потужністю у ряді зон виявляється дія закону полярного подразнення.

Інформацію про електричні властивості біологічної тканини при дії постійною електричною потужністю несуть величини струмів або падінь напруги, їх різницю при різних полярностях, параметри фронту, зрізу і межі імпульсу дії.

Як інформаційні параметри слід використовувати значення струму або падіння напруги при заданій електричній потужності розсіювання, а також їх різниці при різних полярностях.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження електричних властивостей біологічної тканини» показано, що при енергетичній дії на біологічну тканину, значення електричного струму і напруги приймають сталі значення і при невеликій тривалості короткого замикання вимірювальних електродів, інформативність процесу зміни електричного струму значно збільшується, ніж при малій тривалості енергетичної дії і більшого часового проміжку, протягом якого вимірювальні електроди закорочені. Це обумовлено тим, що в біологічній тканині з'являється додатковий електричний заряд, що впливає на вимірювальні електричні параметри. Він відсутній у випадку, якщо заряд розсіюється за проміжок часу, протягом якого вимірювальні електроди закорочені і кожна нова енергетична дія починається з початкових умов.

Тривалість перехідного процесу зміни електричного струму при короткому замиканні між вимірювальних електродів істотно залежить як від миттєвого, так і від середнього значень розсіюваної електричної потужності в біологічній тканині, і збільшується при збільшенні середньої потужності.

Слабо простежується кореляція між окремими параметрами перехідного процесу зміни електричного струму при короткому замиканні вимірювальних електродів. Це свідчить про те, що кожен параметр характеризує свій параметр або свої властивості біологічної тканини.

На даній стадії наукових досліджень при побудові вимірювальних перетворювачів доцільно вибирати тривалість проміжку часу, протягом якого вимірювальні електроди закороченні $t = 2 - 4 \text{ мс}$. Миттєву потужність електричної дії слід вибирати на рівні 1 мВт, оскільки при її збільшенні понад 1,3 мВт в окремих випадках спостерігалася поява відчуття електричного струму.

При тривалості дії електричною потужністю порядку $t = 2 \text{ мс}$ крива зміни електричного струму при короткому замиканні вимірювальних електродів на якийсь час $t_{\text{н}} = 1 - 1,5 \text{ мс}$ в окремих випадках матиме немонотонний характер і міститиме більший об'єм вимірювальної інформації, ніж в іншому режимі.

Інтегральне значення електричного струму, що протікає в ланцюзі при короткому замиканні електродів, характеризує електричні властивості біологічної тканини на конкретній локальній ділянці біологічної тканини.

Отримані висновки і кількісні оцінки в основному характеризують фізичні і в малій степені біологічні властивості біологічної тканини зважаючи на малу тривалість зовнішніх енергетичних дій і малого значення розсіюваної потужності.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК на пряму наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 39167,41 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» Правила техніки безпеки при експлуатації комплексу для реєстрації та аналізу біомеханічних властивостей м'язів людини. Стійкість роботи цехів по виготовленню електронної медичної апаратури. Надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, забруднення довкілля, що виникають в результаті виготовлення пристроїв дослідження м'язів, заходи щодо зменшення забруднення довкілля

ВИСНОВКИ

На підставі проведених досліджень отримані наступні основні результати роботи і зроблені висновки:

Запропоновано інформаційний параметр, який характеризує стан біологічної тканини – електричну потужність. Обґрунтовано, що на початковому етапі досліджень потужнісних параметрів доцільно застосовувати непрямий метод, при якому вимірюється електрична напруга в режимі холостого ходу і електричний струм при замиканні електродів, які встановлені на біологічній тканині при малому електричному опорі, а значення потужності визначати розрахунковим шляхом.

Запропоновано інформативні ознаки про стан біологічного організму, які характеризуються його опорами або провідністю, при яких електрична потужність, що впливає на біологічний організм, залишається незмінною. Встановлено, що в цьому режимі електричні значення струму і напруги, а також параметри перехідних процесів встановлення сигналу і відновлення початкового стану розрізняються в різних локальних зонах на біологічній тканині, що характеризує їх стан.

Проведено дослідження електричного струму, що протікає в колі при замиканні електродів, встановлених на біологічній тканині. Встановлено, що в його складі в деяких випадках є постійна складова, і є змінні коливання у вигляді електричної дії. Після дії одиночним імпульсом постійної електричної потужності тривалістю до десятка мілісекунд, електричний струм короткого замикання електродів має форму імпульсу із зрізом, що нагадує експоненту на яку часто накладаються коливання на середній і кінцевій її ділянці. Все це несе інформацію про електричні властивості даної локальної зони біологічного організму.

Встановлені найбільш раціональні послідовності вимірювальних операцій, які дають розширений об'єм інформації. Проведені оцінні дослідження параметрів сигналів при роботі в запропонованих режимах при малій тривалості вимірювальних операцій (до 100 мс). Встановлено, що залежно від стану локальної зони біологічного організму, значення електричних опорів при дії однаковою потужністю з різною полярністю напруги можуть розрізнятися до 1,5 разів і більше.

Експериментально досліджені електричні сигнали при періодичній дії на локальну зону біологічного організму електричними імпульсами потужності з позитивною полярністю напруги і коротким замиканням електродів в паузах між імпульсами. Проведена якісна і кількісна оцінки отриманих результатів і зроблена спроба оцінки їх інформаційної значущості.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. О니щук В.А. Математичне моделювання електроміографічного сигналу для задачі діагностики стану скелетних м'язів / М.І. Кирилів, В.Р. Генгало, В.А. Онищук // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 року. – Т2.: ТНТУ, 2018. – С. 71

АНОТАЦІЯ

Онищук В.А. Розробка методу оцінювання електричних властивостей м'язів. — Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено розробці методу оцінювання електричних властивостей біологічних об'єктів, зокрема м'язів. В роботі запропонований метод, який називається методом різночасного врівноваження потужності. Розроблена структурна схема для реалізації даного методу. Проведені експериментальні кількісні дослідження електричних властивостей біологічної тканини, що виявляються при діях на біологічну тканину і коротких замиканнях її на проміжках між впливом. Розглянуті перехідні процеси зміни спаду напруги на біологічній тканині при різних значеннях електричної потужності з метою визначення значення, при якому результати найбільш інформативні.

Ключові слова: біологічна тканина, потужність, електричні властивості, перехідні процеси, детектор, розсіювана потужність, локальна зона, електрод, коротке замикання.

ANNOTATION

Onischuk V.A. The method of the muscles electrical properties evaluation — Manuscript. Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2018.

The qualifying work is devoted to the problem of development of method of evaluation of electric properties of muscles. A method which is named the method of the different time balancing of power is in-process offered. A flow diagram is developed for realization of this method. Experimental quantitative researches are conducted of electric properties of biological fabric of, which appear at operating on biological tissue and short circuits it on intervals between influence. The transients of change of slump of tension are considered on biological fabric at the different values of electric power with the purpose of determination of value which results most informing at.

Keywords: biological fabric, power, electric properties, transients, detector, dispersed power, local area, electrode, short circuit.